




System for controlling recirculation of IC engine exhaust gas

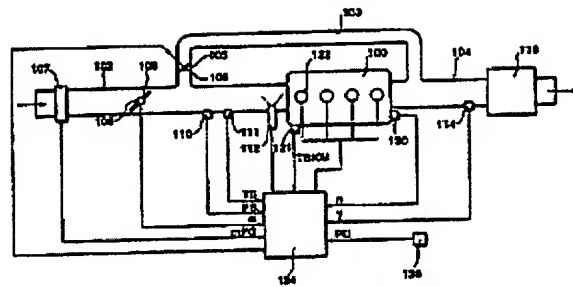
Patent number: DE19502368
Publication date: 1996-08-01
Inventor: RODEFELD FRANK DIPL ING (DE); BENNINGER
NIKOLAUS DIPL ING DR (DE)
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Classification:
- international: F02D45/00
- european: F02D21/08B; F02D35/00D6
Application number: DE19951002368 19950126
Priority number(s): DE19951002368 19950126

Also published as:

 US5619974 (A1)
 JP8232772 (A)
 FR2730013 (A1)

Abstract of DE19502368

A method of generating a representative signal which quantifies the requirement for recirculated exhaust gas in the return duct (103) of an IC engine (100) first of all monitors the vol/mass of inducted air (mFG) via the sensor (107). The temp. (TS) and pressure (PS) in the inlet manifold (102) together with the engine rpm. (n) provide a second signal (m) computed by the engine controller (104) which defines the total induction passing through the engine (100). The arithmetic difference (m-mFG) established by the controller (124) results in the required value for recirculated exhaust gas and the valve (104) is set accordingly by the actuator (106).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

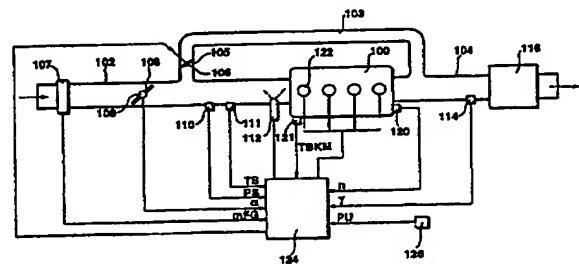


71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Rodefeld, Frank, Dipl.-Ing., 85101 Lenting, DE;
Benninger, Nikolaus, Dipl.-Ing. Dr., 71665 Vaihingen,
DE

64 Verfahren zur Bildung eines Signals bezüglich der bei einer Brennkraftmaschine rückgeführten Abgasmenge

67 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bildung eines Signals (mAG) bezüglich der bei einer Brennkraftmaschine (100) rückgeführten Abgasmenge. Das Signal (mAG) für die rückgeführte Abgasmenge wird ausgehend von einem Signal (mFG) für den der Brennkraftmaschine (100) zugeführten Frischgasstrom und einem Signal (m) für den der Brennkraftmaschine (100) insgesamt zugeführten Gasstrom gebildet. Das Signal (m) für den insgesamt zugeführten Gasstrom wird aus einer Reihe von Betriebskenngrößen gebildet. Zu diesen Betriebskenngrößen gehört u. a. der Druck im Ansaugtrakt (102), der entweder mittels eines Sensors (110) erfaßt werden kann oder aus Ersatzsignalen gebildet werden kann. Das Signal für die rückgeführte Abgasmenge (mAG) kann mit einem dynamischen Korrektursignal versehen werden. Weiterhin kann das Signal (mAG) für die rückgeführte Abgasmenge bei einem Abgasrückführventil (105) mit Lagerückmeldung zur Ermittlung eines adaptiven Korrektursignals (KA) verwendet werden.



Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Bildung eines Signals bezüglich der bei einer Brennkraftmaschine rückgeführten Abgasmenge gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der DE 35 03 798 A1 ist ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung bekannt, wobei aus Werten für den Druck im Einlaßkanal der Brennkraftmaschine bei ein- und ausgeschaltete Abgasrückführung die rückgeführte Abgasmenge ermittelt wird.

Die DE 28 49 554 C2 offenbart eine Einrichtung zum Festlegen der Zusammensetzung des Gas-Inhalts und des Füllungsgrades von Zylindern bei Brennkraftmaschinen. Bei dieser Einrichtung wird ein Gemisch aus Frischluft und rückgeführtem Abgas unter anderem in Abhängigkeit von der Zylindergesamtfüllung eingeregelt. Die Zylindergesamtfüllung wird auf dem Umweg der meßtechnischen Erfassung von Druck und Temperatur im Saugrohr ermittelt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Signal zu bilden, das mit der bei einer Brennkraftmaschine rückgeführten Abgasmenge zusammenhängt.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß es eine Bestimmung eines Signals bezüglich der bei einer Brennkraftmaschine rückgeführten Abgasmenge mit geringem Aufwand ermöglicht.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Abgasrückföhreinrichtung,

Fig. 2, Fig. 3 und Fig. 4 je ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine mit einer Abgasrückföhreinrichtung. Der Brennkraftmaschine 100 wird über einen Ansaugtrakt 102 Luft/Kraftstoff-Gemisch zugeführt und die Abgase werden in einen Abgaskanal 104 abgegeben. Der Ansaugtrakt 102 und der Abgaskanal 104 sind über eine Rohrleitung 103 miteinander verbunden, über die Abgas aus dem Abgaskanal in den Ansaugtrakt gelangen kann. In der Rohrleitung 103 ist ein Abgasrückföhrrventil 105 angeordnet, mit dem die Rohrleitung 103 mehr oder weniger stark verschlossen werden kann, so daß je nach Öffnungsgrad des Abgasrückföhrrventils 105 durch die Rohrleitung 103 eine kleinere oder eine größere Abgasmenge aus dem Abgaskanal 104 in den Ansaugtrakt 102 rückgeführt werden kann. Das Abgasrückföhrrventil 105 ist mit einem Antrieb 106 versehen, der den Öffnungsgrad des Abgasrückföhrrventils 105 einstellt.

Im Ansaugtrakt 102 sind — in Stromrichtung der angesaugten Luft-gesehen — ein Luftmengenmesser oder Luftmassenmesser 107, beispielsweise ein Heißfilm-Luftmassenmesser, eine Drosselklappe 108 mit einem

Sensor 109 zur Erfassung des Öffnungswinkels der Drosselklappe 108, ein Drucksensor 110 zur Erfassung des Saugrohrdrucks, ein Temperatursensor 111 zur Erfassung der Saugrohrtemperatur und wenigstens eine Einspritzdüse 112 zur Kraftstoffzufuhr angebracht. Im Abgaskanal 104 sind — in Stromrichtung des Abgases gesehen — eine Abgassonde 114 und ein Katalysator 116 angeordnet. An der Brennkraftmaschine 100 sind ein Drehzahlsensor 120 und ein Temperatursensor 121 angebracht. Weiterhin besitzt die Brennkraftmaschine 100 beispielsweise vier Zündkerzen 122 zur Zündung des Luft/Kraftstoff-Gemisches in den Zylindern.

Die Ausgangssignale MFG des Luftmassenmessers oder Luftmengenmessers 107, α des Sensors 109 zur Erfassung des Öffnungswinkels der Drosselklappe 108, PS des Drucksensors 110, TS des Temperatursensors 111, λ des Abgassensors 114, n des Drehzahlsensors 120 und TBKM des Temperatursensors 121 werden einem zentralen Steuergerät 124 über entsprechende Verbindungsleitungen zugeführt. Weiterhin wird dem zentralen Steuergerät 124 das Ausgangssignal PU eines Drucksensors 126 zugeleitet, der den Umgebungsdruck erfaßt. Das Steuergerät 124 wertet die Sensorsignale aus und steuert dementsprechend den Antrieb 106 des Abgasrückföhrrventils 105, die Einspritzdüse bzw. die Einspritzdüsen 122 und die Zündkerzen 122 an.

Insbesondere zur Steuerung bzw. Regelung des Öffnungsgrads des Abgasrückföhrrventils 105 kann das mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens im Steuergerät 124 gebildete Signal mAG für die rückgeführte Abgasmenge verwendet werden. Das Steuergerät 124 erzeugt das Signal mAG ausgehend von einigen der obengenannten Sensorsignale. Wie dabei im einzelnen vorgegangen wird, wird anhand der Fig. 2, 3 und 4 erläutert.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird unter anderem von der Tatsache Gebrauch gemacht, daß sich der Gesamtgasstrom im Ansaugtrakt 102 stromab der Einmündung der Rohrleitung 103 aus einem durch den Luftmassenmesser oder Luftmengenmesser 107 strömenden Frischgasstrom und einem durch die Rohrleitung 103 strömenden Abgasstrom zusammensetzt. Der Frischgasstrom wird durch das Signal mFG repräsentiert, das vom Luftmassenmesser oder Luftmengenmesser 107 erzeugt wird. Dem Abgasstrom durch die Rohrleitung 103 wird ein Signal mAG zugewiesen, das nicht direkt gemessen wird sondern mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens gebildet wird. Der Gesamtgasstrom, das heißt der Gasstrom nach Vereinigung des Frischgasstroms (Signal mFG) und des Abgasstroms (Signal mAG), wird von einem Signal m repräsentiert. Das Signal m wird in der Regel durch indirekte Messungen ermittelt, beispielsweise über den Saugrohrdruck (Signal PS), die Saugrohrtemperatur (Signal TS) und die Drehzahl (Signal n). Sind zwei der drei Signale mFG mAG bzw. m bekannt, so kann daraus das jeweils nicht bekannte dritte Signal ermittelt werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird in der Regel der Abgasstrom mAG aus dem Gesamtgasstrom m und dem Frischgasstrom mFG ermittelt. Dazu wird gemäß Fig. 2 das Signal m einem ersten Eingang eines Verknüpfungspunktes 200 zugeführt und das Signal mFG wird dem zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 200 zugeführt. Im Verknüpfungspunkt 200 wird das Signal mFG vom Signal m subtrahiert und auf diese Art und Weise das Signal mAG für den Abgasstrom durch die Rohrleitung 103 gebildet und am Ausgang des

Verknüpfungspunktes 200 bereitgestellt. Das Signal mFG entstammt dem Luftmassenmesser oder Luftmengemesser 107. Gegebenenfalls kann das Signal mFG vor Einspeisung in den Verknüpfungspunkt 200 in geeigneter Weise aufbereitet bzw. korrigiert werden.

Das Signal m wird in der Regel nicht direkt meßtechnisch erfaßt, sondern ausgehend von einem oder mehreren Sensorsignalen erzeugt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird das Signal m ausgehend vom Signal PS für den Saugrohrdruck (Drucksensor 110), vom Signal n für die Drehzahl (Drehzahlsensor 120) und vom Signal TS für die Saugrohrtemperatur (Temperatursensor 111) erzeugt. Dazu wird das Signal TS in eine Kennlinie 202 eingespeist, in der Werte für einen Parameter K1 abgelegt sind. Das von der Kennlinie 202 ausgegebene Signal K1 wird in einen ersten Eingang eines Verknüpfungspunktes 204 eingespeist, in dessen zweiten Eingang das Signal n eingespeist wird und in dessen dritten Eingang das Signal PS eingespeist wird. Der Verknüpfungspunkt 204 erzeugt durch Multiplikation dieser drei Eingangssignale das Signal m für den Gesamtgasstrom und stellt dieses Signal m an seinem Ausgang bereit. Der Ausgang des Verknüpfungspunktes 204 ist mit dem ersten Eingang des Verknüpfungspunktes 200 verbunden.

Das bislang geschilderte Verfahren liefert ein Signal mAG, das den durch die Rohrleitung 103 rückströmenden Abgasstrom bei stationären Betriebszuständen in guter Näherung wiedergibt. Zur Berücksichtigung von instationären Betriebszuständen, ist in dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel vorgesehen, das Signal mAG einem ersten Eingang eines Verknüpfungspunktes 206 zuzuführen an dessen zweitem Eingang ein Signal anliegt, das dynamische, d. h. bei instationären Betriebszuständen auftretende Effekte berücksichtigt. Das Signal für die dynamischen Effekte wird von einem Verknüpfungspunkt 208 ausgegeben, dessen erster Eingang mit dem Ausgang einer Differenzierstufe 210 verbunden ist und dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang einer Kennlinie 212 verbunden ist. Am Eingang der Differenzierstufe 210 liegt das Signal PS für den Saugrohrdruck an, das heißt in den ersten Eingang des Verknüpfungspunktes 208 wird die zeitliche Ableitung des Signals PS eingespeist. Am Eingang der Kennlinie 212 liegt das Signal TS für die Saugrohrtemperatur an. Abhängig von diesem Signal TS gibt die Kennlinie 212 ein Signal K2 aus, das in den zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 208 eingespeist wird.

Bei dem bislang beschriebenen Ausführungsbeispiel wird der Saugrohrdruck mittels eines Drucksensors 110 im Ansaugtrakt 102 erfaßt. Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich allerdings auch durchführen, wenn kein solcher Drucksensor 110 vorhanden ist. Ein Blockschaltbild dieser Variante der Erfindung ist in Fig. 3 dargestellt.

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei dem ein Ersatzsignal PSR für den Saugrohrdruck aus den Signalen mFG für den Frischgasstrom, α für den Öffnungswinkel der Drosselklappe 108, PU für den vom Drucksensor 126 erfaßten Umgebungsdruck und TFG für die Temperatur des Frischgasstroms ermittelt wird. Für die Temperatur TFG kann in der Regel die Größe TS verwendet werden. Die Signale mFG, α und PU werden in je einen Eingang eines Kennfelds 300 eingespeist, in dem das Ersatzsignal PSR in Abhängigkeit dieser drei Eingangssignale abgelegt ist. Das Ersatzsignal PSR wird am Ausgang des Kennfelds 300 bereitgestellt. Der Ausgang des

Kennfelds 300 ist mit dem ersten Eingang des bereits in Fig. 2 dargestellten Verknüpfungspunktes 204 verbunden. An den beiden weiteren Eingängen des Verknüpfungspunktes 204 liegen — wie in Fig. 2 — die Signale n und K1 an. Das Signal K1 wird analog zur Fig. 2 von der Kennlinie 202 ausgegeben, in die das Signal TS eingespeist wird. Der Verknüpfungspunkt 204 ermittelt aus den Signalen n, PSR und K1 das Signal m und stellt das Signal m an seinem Ausgang bereit. Das Signal m wird in den ersten Eingang des Verknüpfungspunktes 200 eingespeist, an dessen zweiten Eingang das Signal mFG liegt. Aus den beiden Eingangssignalen erzeugt der Verknüpfungspunkt 200 durch Subtraktion das Signal mAG für den Abgasstrom.

In dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel wird somit der durch die Rohrleitung 103 rückgeführte Abgasstrom ausgehend von den Signalen mFG für den Frischgasstrom, α für den Öffnungswinkel der Drosselklappe 108, PU für den Umgebungsdruck, TS für die Saugrohrtemperatur und n für die Drehzahl der Brennkraftmaschine 100 gebildet. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann somit der Drucksensor 110 im Ansaugtrakt 102 entfallen. Es wird allerdings — verglichen mit dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel — zusätzlich das Signal α für den Öffnungswinkel der Drosselklappe und das Signal PU für den Umgebungsdruck benötigt. In der Regel sind diese beiden Signale aber ohnehin im Steuergerät 124 verfügbar. Das Verfahren ist jedoch beschränkt auf Motorbetriebspunkte, bei denen an der Drosselklappe keine Schallgeschwindigkeit erreicht wird (unterkritisches Druckverhältnis an der Drosselklappe).

Fig. 4 zeigt das Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels, das im Zusammenhang mit einem Abgasrückführventil 105 eingesetzt werden kann, das über eine Lagerückmeldung verfügt, das heißt, über einen Sensor, der den Öffnungswinkel α_{AGR} des Abgasrückführventils 105 erfaßt. Bei diesem Ausführungsbeispiel dient das mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erzeugte Signal mAG für den rückgeführten Abgasstrom dazu, ein Signal KA für einen adaptiven Korrekturwert zu ermitteln. Mit dem Signal KA kann ein Signal mAGK korrigiert werden, das einen Kennfeldwert für den rückgeführten Abgasstrom bezeichnet. Das Signal mAGK wird mit Hilfe eines Kennfelds ausgehend vom Signal α_{AGR} und den Drucksignalen PS und PU erzeugt.

Die Signale α_{AGR} , PS und PU werden in je einen Eingang eines Kennfelds 400 eingespeist. Das Kennfeld 400 gibt entsprechend den Eingangssignalen einen Kennfeldwert mAGK aus. Der Kennfeldwert mAGK wird in den ersten Eingang eines Verknüpfungspunktes 402 eingespeist. In den zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 402 wird das Signal KA für den adaptiven Korrekturwert eingespeist, das von einer Kennlinie 404 ausgegeben wird. Der Verknüpfungspunkt 402 bildet aus dem Signal mAGK und dem Signal KA ein Signal mAGA das einen adaptiv korrigierten Wert des rückgeführten Abgasstroms bezeichnet. Das Signal mAGA wird in einen ersten Eingang eines Verknüpfungspunktes 406 eingespeist, an dessen zweitem Eingang das Signal mAG anliegt. Der Verknüpfungspunkt 406 subtrahiert das Signal mAG vom Signal mAGA und stellt die Differenz der beiden Signale an seinem Ausgang bereit. Der Ausgang des Verknüpfungspunktes 406 ist mit einem ersten Kontakt eines Schalters 408 verbunden, dessen zweiter Kontakt mit dem Eingang des Integrators 404 verbunden ist. Der Schalter 408 ist immer dann geschlossen, wenn sich die Brennkraftmaschine 100 in

einem stationären Betriebszustand befindet und immer dann geöffnet, wenn sich die Brennkraftmaschine 100 in einem nicht stationären Betriebszustand befindet. Somit wird das Signal KA für den adaptiven Korrekturwert immer nur während stationärer Betriebszustände ermittelt und für darauffolgende instationäre Betriebszustände beibehalten.

Die Funktionsweise der in Fig. 4 dargestellten Schaltungsanordnung besteht somit darin, daß in einem stationären Betriebszustand das Signal KA für den adaptiven Korrekturwert solange variiert wird, bis das Signal mAG mit dem Signal mAG übereinstimmt. Auf diese Art und Weise können etwaige Fehler bei der Erfassung des Öffnungswinkels α_{AGR} des Abgasrückführventils 105 kompensiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bildung eines Signals (mAG) bezüglich der bei einer Brennkraftmaschine (100) rückgeführten Abgasmenge, wobei ein erstes Signal (mFG) bereitgestellt wird, das von dem von der Brennkraftmaschine (100) angesaugten Frischgasstrom abhängt, dadurch gekennzeichnet, daß
 - ausgehend von Signalen (PS, n, TS) für Betriebskenngrößen wie den im Ansaugtrakt (102) herrschenden Druck, die Drehzahl der Brennkraftmaschine (100) und die im Ansaugtrakt (102) herrschende Temperatur ein zweites Signal (m) erzeugt wird, das mit dem von der Brennkraftmaschine (100) insgesamt angesaugten Gasstrom zusammenhängt und
 - das Signal (mAG) für die rückgeführte Abgasmenge aus dem ersten Signal (mFG) und dem zweiten Signal (m) gebildet wird.
2. Verfahren zur Bildung eines Signals (mAG) bezüglich der bei einer Brennkraftmaschine (100) rückgeführten Abgasmenge, wobei ein erstes Signal (mFG) bereitgestellt wird, das von dem von der Brennkraftmaschine (100) angesaugten Frischgasstrom abhängt, dadurch gekennzeichnet, daß
 - ausgehend vom ersten Signal (mFG) und von Signalen (α , PU, n, TS) für Betriebskenngrößen wie den Öffnungswinkel der Drosselklappe (108), den Umgebungsdruck, die Drehzahl der Brennkraftmaschine (100) und die im Ansaugtrakt (102) herrschende Temperatur ein zweites Signal (m) erzeugt wird, das mit dem von der Brennkraftmaschine (100) insgesamt angesaugten Gasstrom zusammenhängt und
 - das Signal (mAG) für die rückgeführte Abgasmenge aus dem ersten Signal (mFG) und dem zweiten Signal (m) gebildet wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal (mAG) für die rückgeführte Abgasmenge durch Subtraktion des ersten Signals (mFG) vom zweiten Signal (m) gebildet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal (mAG) für die rückgeführte Abgasmenge von einem dynamischen Korrektursignal beeinflussbar ist, wobei das dynamische Korrektursignal ausgehend von den Signalen (PS, TS) für den im Ansaugtrakt (102) herrschenden Druck und für die im Ansaugtrakt (102) herrschende Temperatur ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal (PS) für den im Ansaugtrakt (102) herrschenden Druck einer Operation unterworfen wird, die einer zeitlichen Differenzierung entspricht.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung des dynamischen Korrektursignals das zeitlich differenzierte Signal (PS) für den im Ansaugtrakt (102) herrschenden mit einem Signal (K2) verknüpft wird, das vom Signal (TS) für die im Ansaugtrakt herrschende Temperatur abhängt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von dem Signal (mAG) für die rückgeführte Abgasmenge ein adaptives Korrektursignal (KA) gebildet wird, zur Korrektur eines mittels eines Kennfelds (400) ermittelten Signals (mAGK) für die rückgeführte Abgasmenge.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das adaptive Korrektursignal (KA) bei stationären Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine (100) neu gebildet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Kennfeld (400) aufgespannt ist über den Signalen (PS, PU) für den Druck im Ansaugtrakt und den Umgebungsdruck und über ein Signal (α_{AGR}) für den Öffnungsgrad eines Abgasrückführventils (105), das in einer Rohrleitung (103) angeordnet ist, die den Abgaskanal (104) der Brennkraftmaschine (100) mit dem Ansaugtrakt (102) verbindet.
10. Vorrichtung zur Bildung eines Signals (mAG) bezüglich der bei einer Brennkraftmaschine (100) rückgeführten Abgasmenge, mit
 - einem Sensormittel (107) zur Bereitstellung eines ersten Signals (mFG), das von dem von der Brennkraftmaschine (100) angesaugten Frischgasstrom abhängt,
 - weiteren Sensormitteln (110, 126, 109, 120, 111) zur Bereitstellung von Signalen (PS, PU, α , n, TS) für Betriebskenngrößen wie den im Ansaugtrakt (102) herrschenden Druck, die Drehzahl der Brennkraftmaschine (100) und die im Ansaugtrakt (102) herrschende Temperatur,
 - Mitteln zur Erzeugung eines zweiten Signals (m), das mit dem von der Brennkraftmaschine (100) insgesamt angesaugten Gasstrom zusammenhängt, ausgehend von einigen der Signale (mFG, PS, PU, α , n, TS), die von den Sensormitteln (107, 110, 126, 109, 120, 111) bereitgestellt werden, und
 - Mitteln zur Bildung des Signals (mAG) für die rückgeführte Abgasmenge aus dem ersten Signal (mFG) und dem zweiten Signal (m).

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 2

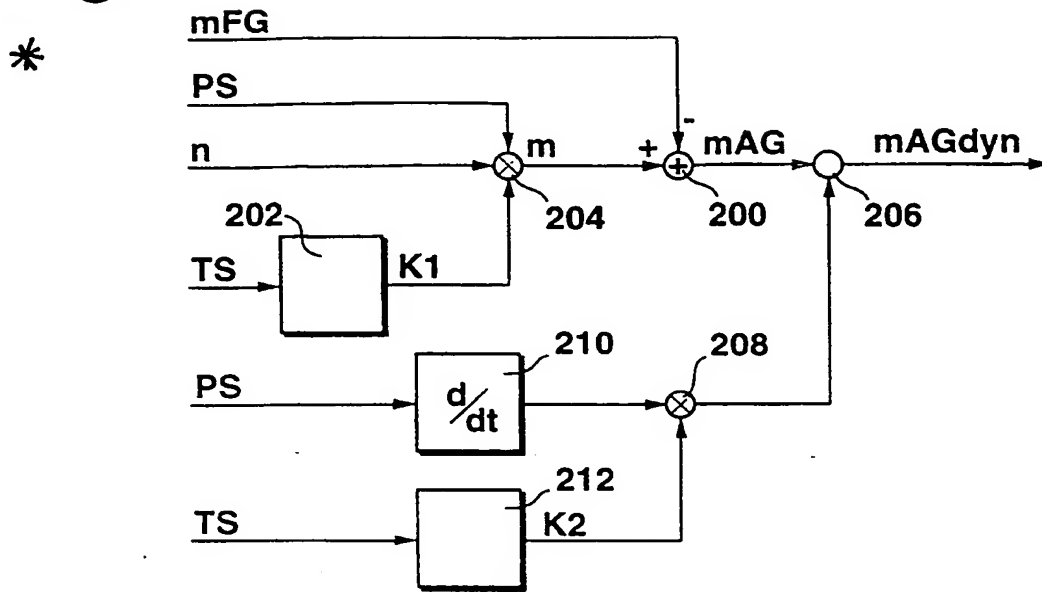


Fig. 3

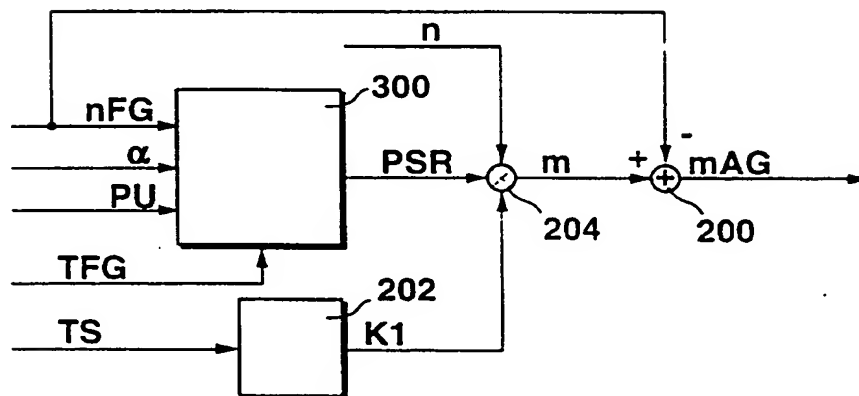


Fig. 4

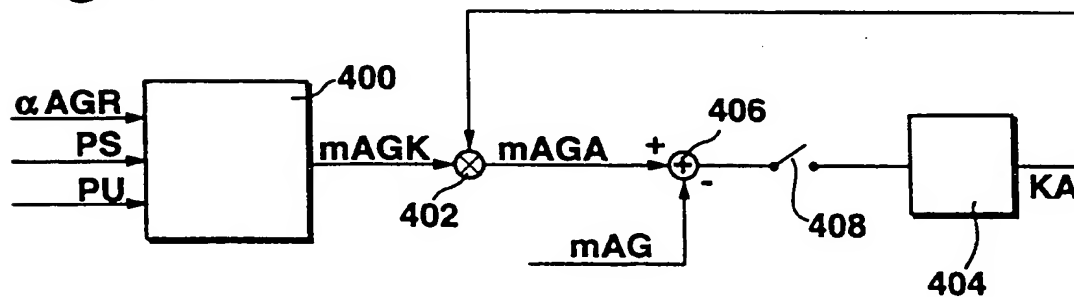


Fig. 1

